

日 本 国 特 許
PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

K. Takatori
January 27, 2000
#3
Priority
Paper
4/17/00
1 of 1

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application:

1999年 1月27日

出 願 番 号
Application Number:

平成11年特許願第019095号

出 願 人
Applicant(s):

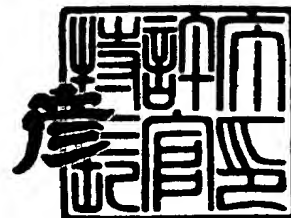
日本電気株式会社



1999年 9月24日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Patent Office

近 藤 隆 彦



出証番号 出証特平11-3064800

【書類名】 特許願

【整理番号】 34803110

【提出日】 平成11年 1月27日

【あて先】 特許庁 長官殿

【国際特許分類】 G02F 1/137

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

 【氏名】 高取 憲一

【特許出願人】

 【識別番号】 000004237

 【氏名又は名称】 日本電気株式会社

 【代表者】 金子 尚志

【代理人】

 【識別番号】 100105511

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 鈴木 康夫

【代理人】

 【識別番号】 100109771

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 臼田 保伸

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 055457

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

 【物件名】 図面 1

 【物件名】 要約書 1

 【包括委任状番号】 9711687

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 液晶光変調素子およびそれを用いたカラーフィルタ並びに表示装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 対向する透明電極を有する一对の透明基板間に保持された螺旋ピッチを有する液晶層と、前記液晶層の一方の透明基板面に対して斜め方向から入射する白色光光源と、他方の前記透明基板の外部側に設けられ、前記液晶層を透過した入射光を前記光源の方向に反射するように配置された平板状ミラーを少なくとも 1 枚有していることを特徴とする光変調素子。

【請求項 2】 基板面にほぼ平行な電界を印加するように配置された電極もしくは電極群を有する透明基板および該基板と対向する透明基板間に保持された螺旋ピッチを有する液晶層と、前記液晶層の一方の透明基板面に対して斜め方向から入射する白色光光源と、前記液晶層の他方の透明基板の外部側に設けられ、前記液晶層を透過した入射光を前記光源の方向に反射するように配置された平板状ミラーを少なくとも 1 枚有していることを特徴とする光変調素子。

【請求項 3】 対向する透明電極を有する一对の透明基板間に保持された螺旋ピッチを有する液晶層と、前記液晶層の一方の透明基板面に対して斜め方向から入射する白色光光源と、前記液晶層の他方の透明基板の外部側に設けられ、前記液晶層を透過した前記入射光をその入射方向に反射する第 1 の平板状ミラーと、前記第 1 の平板状ミラーで反射されかつ前記液晶層で反射された光をその入射方向に反射する第 2 の平板状ミラーとを有していることを特徴とする光変調素子。

【請求項 4】 基板面にほぼ平行な電界を印加するように配置された電極もしくは電極群を有する透明基板および該基板と対向する透明基板間に保持された螺旋ピッチを有する液晶層と、前記液晶層の一方の前記透明基板面に対して斜め方向から入射する白色光光源と、前記液晶層の他方の透明基板の外部側に設けられ、前記液晶層を透過した入射光をその入射方向に反射する第 1 の平板状ミラーと、前記第 1 の平板状ミラーで反射されかつ前記液晶層で反射された光をその入射方向に反射する第 2 の平板状ミラーとを有していることを特徴とする光変調素子。

子。

【請求項 5】 前記第 1 の平板状ミラーと前記第 2 の平板状ミラーは、一体化された断面形状が L 字状もしくは鋸歯状のミラーによって構成されていることを特徴とする請求項 3 または 4 記載の光変調素子。

【請求項 6】 前記鋸歯状のミラーと前記他方の透明基板は一体化されていることを特徴とする請求項 5 記載の光変調素子。

【請求項 7】 前記透明電極は、その長手方向が前記入射白色光の入射面群に直交するようにストライプ形状に分割された透明電極群からなることを特徴とする請求項 1 または 3 記載の光変調素子。

【請求項 8】 前記電極群は、その長手方向が前記入射白色光の入射面群に直交するように分割された構造を有し、各構造内において基板面にほぼ平行な電界を印加するよう配置されていることを特徴とする請求項 2 または 4 記載の光変調素子。

【請求項 9】 前記一方の透明基板側の液晶面で反射された選択波長の円偏光出力光路と、前記第 1 および第 2 の平板状ミラーと前記他方の透明基板側で反射された選択波長の円偏光出力光路とは、互いに重ならないように構成されていることを特徴とする請求項 3 または 4 記載の光変調素子。

【請求項 10】 出射光の一方の円偏光の光路に偏光回転子と四分の一波長板を、他方の円偏光の光路に四分の一波長板を配置し、前記両光路の出射光を同一の直線偏光に変換して出力することを特徴とする請求項 9 記載の光変調素子。

【請求項 11】 前記出射光の一方の円偏光の光路に配置された四分の一波長板と他方の円偏光の光路に配置された四分の一波長板は、一枚の四分の一波長板によって構成されていることを特徴とする請求項 10 記載の光変調素子。

【請求項 12】 前記一方の透明基板側の液晶面で反射された選択波長の円偏光出力光路と、前記第 1 および第 2 の平板状ミラーと前記他方の透明基板側で反射された選択波長の円偏光出力光路とが、少なくともその一部が互いに重なるように構成されていることを特徴とする請求項 3 または 4 記載の光変調素子。

【請求項 13】 前記透明基板と前記ミラーもしくは前記入射光の入射面の一方もしくは両方に前記液晶よりも低屈折率の媒体を挿入したことを特徴とする

請求項 1～12 のいずれかに記載の光変調素子。

【請求項 14】 前記液晶の螺旋軸が基板面にほぼ垂直な方向であることを特徴とする請求項 1～13 のいずれかに記載の光変調素子。

【請求項 15】 前記液晶の螺旋軸が基板面にほぼ平行な方向であることを特徴とする請求項 1～13 のいずれかに記載の光変調素子。

【請求項 16】 前記螺旋ピッチを有する液晶として、カイラルネマチック液晶（コレステリック液晶）、もしくは、カイラル材を添加したネマチック液晶を用いることを特徴とする請求項 1～15 のいずれかに記載の光変調素子。

【請求項 17】 前記螺旋ピッチを有する液晶として、強誘電性液晶、反強誘電性液晶等のカイラルスメクチック液晶を用いることを特徴とする請求項 1～15 のいずれかに記載の光変調素子。

【請求項 18】 前記螺旋ピッチを有する液晶として、反強誘電相であるカイラルスメクチック C A 相を有する液晶を用いることを特徴とする請求項 17 に記載の光変調素子。

【請求項 19】 請求項 1～18 のいずれかに記載の光変調素子を用いて、所望の波長帯域の光を選択して出力することを特徴とするカラーフィルタ。

【請求項 20】 前記電極に印加する電圧を制御することにより、選択出力光の波長帯域を可変にすることを特徴とする請求項 19 記載のカラーフィルタ。

【請求項 21】 請求項 1～18 の何れかに記載の光変調素子とシャッター機能を有する液晶表示素子を組み合わせたことを特徴とする液晶表示装置。

【請求項 22】 前記光変調素子として、請求項 10 または 11 記載の光変調素子を用い、前記液晶表示素子として、偏光を利用する液晶表示素子を用いたことを特徴とする請求項 21 記載の液晶表示装置。

【請求項 23】 フィールドシーケンシャル表示を行なうことを特徴とする請求項 21 記載の液晶表示装置。

【請求項 24】 前記光変調素子として、請求項 7 または 8 記載の光変調素子を用い、前記入射光の入射面と直交するように長手方向が位置する透明電極群若しくは電極構造群を有する光変調素子と前記液晶表示素子とを同期させて順次走査することを特徴とする請求項 23 記載の液晶表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、液晶光変調素子に関し、特に白色光から特定波長域の光を選択して取り出す素子および該素子を用いた表示装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

フィールドシーケンシャル（フィールド順次）表示素子として、種々の素子が考案されている。例えば、平成2年に発行された小林駿介編著「カラー液晶ディスプレイ」第117頁には、カラーのフィルター円板を用いた例が示されている。この方式では、モノクロCRTの前に、光の3原色である赤・緑・青に塗り分けられたカラーのフィルター円板が配置され表示に同期して回転する。これによりカラー表示が可能となる。同様に、白色光源の前にカラーのフィルター円板を置きブラックシャッタ（白黒のシャッタ式表示素子）を組み合わせてもカラー表示が可能である。

【0003】

また、他の方法として、前記の「カラー液晶ディスプレイ」第120～121頁には、モノクロCRTの前にπセルと呼ばれる高速液晶表示素子を二つと偏光板及びカラー偏光板を3枚組み合わせることによりフィールド順次カラー表示を行なう方法が示されている。

【0004】

一方、CRT、LEDあるいは冷陰極管をバックライトとして用い、液晶ディスプレイをブラックシャッタとして用いた例も前記「カラー液晶ディスプレイ」第122～123頁に示されている。この方式では、3原色の各々の色のバックライトを用意し、それを高速で交互に点滅させている。これらの一例が、「月刊ディスプレイ」1998年7月号の第11～16頁に、フィールドシーケンシャル・フルカラーLCDとして示されている。この例では、現在普及している液晶表示装置の照明光である冷陰極管バックライトを、赤・緑・青と時間的に切り替えている。

【 0 0 0 5 】

このように、従来より様々な方法によって、フィールドシーケンシャル表示を行う技術が提案されている。

【 0 0 0 6 】

【発明が解決しようとする課題】

従来のフィールドシーケンシャル表示素子の内、カラー円板方式や3枚の偏光板と π セルを用いる方式においては、光吸収層が存在するために、光利用効率が低いという欠点を有する。これは、カラー円板方式では特定波長域以外を吸収するカラーフィルタを用いる必要があり、また、 π セルによる方法では偏光を生成するために光吸収体を用いる偏光板を必要とすることによる。

【 0 0 0 7 】

また、従来のフィールドシーケンシャル表示素子の内、バックライトを用いる方式の場合、光源を3種類使用しなければならないという欠点を有する。すなわち、光の3原色による加法混合では3種類の光が必須となり、3原色に応じた3色の光源が必要となる。そのため、装置の大型化、及び、光源駆動回路の複雑化を招き、小型化・低コスト化が極めて困難である。

【 0 0 0 8 】

本発明の目的は、光のロスが少なく光源光を各波長域に分離できる光変調素子を提供する事にある。

【 0 0 0 9 】

本発明の他の目的は、光のロスが少なく光源光を印加信号で選択した各波長域に分離できる光変調素子を提供する事にある。

【 0 0 1 0 】

本発明の他の目的は、光のロス無く特定波長域の光を直線偏光に変換して液晶素子に入射することのできる光変調素子を提供する事にある。

【 0 0 1 1 】

本発明の他の目的は、この光変調素子を用いたフィールドシーケンシャル型表示装置を提供する事にある。

【 0 0 1 2 】

本発明の他の目的は、この光変調素子を用いた直視型及び反射型及び投射型表示装置を提供する事にある。

【0013】

本発明の他の目的は、これらの素子・装置の回路・装置構成を簡易化する事にある。

【0014】

本発明の他の目的は、これらの素子・装置を高速化する事にある。

【0015】

【課題を解決するための手段】

本発明の液晶光変調素子は、対向する透明電極を有する一对の透明基板間、もしくは、基板面と平行方向に電界を印加できる電極を有する透明基板と対向する透明基板間に、螺旋ピッチを有する液晶を保持し、且つ、透明基板の一方の液晶保持部とは反対側に平板状ミラー若しくはL字型ミラーを1枚若しくは鋸歯状ミラーを配置したことを特徴とする。

【0016】

通常の光源の白色光は赤・緑・青の3原色に分ける事が可能であり、各々の色は右円偏光と左円偏光に分けられる。すなわち、白色光は赤右円偏光、赤左円偏光等の色と円偏光の向きで規定される6種類の円偏光から形成される。

【0017】

一方、螺旋を有する液晶は、光の選択反射という特徴を持っている。この選択反射とは、螺旋のピッチ（周期）で規定される波長域の光の内、螺旋の掌性（向き）で規定される向きの円偏光のみを、選択的に反射するものである。例えば、左巻き液晶では左円偏光が反射される。この選択反射が通常の反射と異なる点は、円偏光の回転方向を変えない点である（通常のミラーによる反射では、右（左）円偏光は左（右）円偏光となって反射される）。

【0018】

この螺旋状の周期構造を有する分子配列による反射は、次のような特性を示す。即ち、螺旋ピッチが p で分子が配列している場合、螺旋軸に対して平行に入射した光の内、式（1）で示される波長 λ を中心とした光が反射される。

【0019】

$$\lambda = n \cdot p \quad (1)$$

この式で、 n は液晶の平均屈折率である。

【0020】

また、式(1)の波長を中心として反射される波長域の幅 $\Delta\lambda$ は式(2)で示される。

【0021】

$$\Delta\lambda = p \cdot \Delta n \quad (2)$$

ここで、 Δn は屈折率の異方性である。

【0022】

また、入射する光が入射角 θ を有している場合は、式(3)で示されるBraggの反射条件を満たす波長の光が選択的に反射される。

【0023】

$$p \cdot \cos \theta = \lambda / n \quad (3)$$

この結果、角度を付けた斜め方向からの入射では、選択波長は短波長側にシフトする。

【0024】

本発明の素子の作用について図1及び図2を参照して説明する。本発明の素子に図1のように一定の角度 θ を持って入射した白色光(前述のように6種類の光からなる)は、前述のように螺旋ピッチと入射角で規定される選択波長域の螺旋の掌性(向き)で規定される円偏光のみが選択反射される。

【0025】

ここで選択反射される波長域を緑とし、螺旋の掌性で規定される円偏光を右円偏光とすると、図2(a)の入射白色光は、図2(b)のように緑右円偏光のみ選択反射される。図2(b)で螺旋を透過した光(選択反射光以外の光)は、ミラー14に到達し(図2(c))偏光方向を変えられて反射される(図2(d))。その結果、入射白色光中の緑左円偏光は緑右円偏光に変えられ、液晶層に再び入射すると図2(e)のように選択反射される。選択反射された緑右円偏光は、ミラー13により偏光方向を変えられて反射され緑左円偏光に戻る(図2(f))。

))。緑以外の光は、図2(f)のように光源側に戻される。ミラーによって反射された緑左円偏光は、図2(g)のように液晶層を透過し、図2(h)のように出射する。これにより、図2(a)のように入射した白色光は、図2(I)のように緑右円偏光と緑左円偏光を反射し、緑以外の光は光源部に戻される。

【0026】

これにより、入射した白色光から選択波長の全ての円偏光を取り出し、他の光は光源部に戻すことが可能である。光源部にミラーを設けることにより、光源部に戻された光はほぼ損失無く本発明の素子とミラー間を往復する。

【0027】

また、液晶層に電界を印加し、螺旋のピッチを変化させることにより、選択波長を変化させることが可能である。素子とミラー間を往復していた光は選択波長と波長域が一致した時、出射される。電界の印加は、素子の構造の選択により基板面と垂直方向若しくは平行方向を液晶の動作に応じて選択する。

【0028】

【発明の実施の形態】

図1は、本発明の第1の実施の形態を示す液晶光変調素子の断面図である。図1において、透明電極16、17が形成された一对の透明基板11、12間に螺旋ピッチを有する液晶15が保持される。入射白色光の内、液晶内を屈折して透過した光を全て透過光に平行で逆向きに反射するようにミラー14を設ける。また、ミラー14で反射され液晶層に再び入射し選択反射される光を全て選択反射された光と平行で逆向きに反射するようにミラー13を設ける。

【0029】

透明基板11と12の屈折率が同じで入射側とミラー側の媒質の屈折率が同じ場合（本発明の実施形態として屈折率はこの条件に従う必要はなく、その場合、最適な設置角度を選択する）、上記のミラーは次の角度で設置される。基板表面の法線方向から角度 θ で光が入射する時、ミラー13、14は基板表面の法線方向から $90^\circ - \theta$ の角度で配置する。また、ミラー13、14は光路を妨げる事無く配置される。また、本実施の形態の場合、透明基板11、12及び液晶層15の厚みの合計は、白色光からの選択反射光の光路と、ミラー13、14を介し

ての選択反射光の光路が互いに重ならないように設定される。

【0030】

本発明の第1の実施の形態の基本的な動作については、図2を参照して前述したとおりであるので、ここでの説明は省略する。透明電極16、17により、液晶層15に印加する電界を可変にし、液晶15の螺旋ピッチを変化させることによって選択波長を変化させることができる。光源から透明基板11側に入射された白色光は、前記図2を参照して説明した作用により、透明電極16、17に印加される信号により指定された特定波長域の光のみが選択的に反射され特定波長域の光以外の光は光源側に戻される。

【0031】

図3は、本発明の第2の実施の形態を示す液晶光変調素子の断面図である。本実施の形態は、第1の実施の形態における透明電極16、17の代わりに、パターンニングされた電極18、19を透明基板11側に設けている点を除いて、第1の実施の形態と同様の構成となっている。

【0032】

この第2の実施の形態では、電極18と19間に基板と平行な方向に電界が印加されることにより、液晶15の螺旋ピッチが変化する。その結果、第1の実施の形態と同様に、印加される電界の大きさによって特定される波長域の光のみ全て選択反射する。

【0033】

尚、パターンニングされた電極18、19は、互いに歯を入れ子にした櫛歯状に形成することにより電界の強度を増すことができる。また、図では電極は入射光と反射光の光路を妨げないように光路中には存在しないが、電極の一部が光路中に存在しても構わない。更に、パターンニングされた電極18、19を有する透明基板を入射光側の透明基板11としたが、ミラー側の透明基板12に電極18、19を設けてもよい。

【0034】

図4は、本発明の第3の実施の形態を示す液晶光変調素子の断面図である。本実施の形態は、第1の実施の形態において、出射する選択波長光の一方の光路（

図4では入射白色光から直接選択反射される右（左）円偏光）側に、四分の一波長板等の円偏光を直線偏光に変換する素子21が配置され、出射する選択波長光の他方の光路（図4ではミラー13、14を介して選択反射される左（右）円偏光）側に、四分の一波長板等の円偏光を直線偏光に変換する素子22と二分の一波長板等の偏光回転子23が配置される。

【0035】

この構造により、出射された特定波長域の光は、右円偏光と左円偏光を別々にp偏光若しくはs偏光の直線偏光にすべて変換することが可能である。これは、一方の円偏光を四分の一波長板21でp（s）直線偏光に変換し、他方の円偏光を四分の一波長板22でs（p）偏光に変換した後、二分の一波長板23でp（s）偏光に変換するためである。これにより、入射白色光は、特定波長域のp（s）波の直線偏光となるため、特定偏光を使用する液晶素子（通常入射側に偏光子が装着される）と組み合わせて使用する場合、偏光子を使用しなくても良くなる。液晶素子の入射側に偏光素子を使用した場合でも、偏光子による光の吸収がほとんど無いため、光利用効率が高くなる。

【0036】

尚、四分の一波長板と二分の一波長板を挿入する順序は図4では出射光の進行方向に対し、四分の一波長板22、二分の一波長板23の順としたが、逆の二分の一波長板23、四分の一波長板22の順で構わない。この順序に配置した場合、特定の向きの円偏光は二分の一波長板23で逆向きの円偏光に変換された後、四分の一波長板22で直線偏光に変換される。また、四分の一波長板21と22は別々の素子として記述したが、一つの素子で両方の光路を覆うように配置しても構わない。

【0037】

図5は、本発明の第4の実施の形態を示す液晶光変調素子の断面図である。本実施の形態は、第2の実施の形態において、出射する選択波長光の光路に四分の一波長板等の円偏光を直線偏光に変換する素子21が配置され、出射する選択波長光の一方の光路（図5では白色光から直接選択反射される右（左）円偏光）側に二分の一波長板等の偏光回転子23が配置される。

【0038】

この構造により、出射された特定波長域の光は、右円偏光と左円偏光を別々に p 偏光若しくは s 偏光の直線偏光にすべて変換することが可能となり、本発明の第 3 の実施の形態と同様の作用効果を奏することができる。また、四分の一波長板と二分の一波長板を挿入する順序等については、第 3 の実施の形態と同様に適宜変更することができる。

【0039】

図 6 は、本発明の第 5 の実施の形態を示す液晶光変調素子の断面図である。本実施の形態は、第 1 の実施の形態と同様に、透明電極 16, 17 が形成された一対の透明基板 11, 12 間に螺旋ピッチを有する液晶 15 が保持されるが、液晶層 15 の厚みは第 1 の実施の形態よりは薄く構成されており、透明基板 11, 12 及び液晶層 15 の厚みの合計は、入射白色光からの直接選択反射光の光路と、ミラー 13, 14 を介しての選択反射光の光路がなるべく重なるように設定される。

【0040】

素子の透明基板 11 側から入射された白色光は、前述のように、素子内で特定波長域の光のみ選択的に反射され特定波長域の光以外の光は白色光源側に戻される。また、入射光から直接選択反射される光の光路と、ミラーを介して選択反射され出射する光の光路は、ほぼ重なる。通常のコレステリック液晶を使用した場合、十分な選択反射に必要な最低限の液晶層の厚みは $10\ \mu\text{m}$ 程度であり、透明基板の厚みとの合計は数ミリ以下とすることが可能である。

【0041】

図 7 は、本発明の第 6 の実施の形態を示す液晶光変調素子の断面図である。本実施の形態は、第 2 の実施の形態と同様に、パターンニングされた電極 18, 19 を有する透明基板 11 と透明基板 12 間に螺旋ピッチを有する液晶 15 が保持されるが、液晶層 15 の厚みは第 5 の実施の形態と同様に薄く構成されており、透明基板 11, 12 及び液晶層 15 の厚みの合計は、入射白色光からの直接選択反射光の光路と、ミラー 13, 14 を介しての選択反射光の光路がなるべく重なるように設定される。

【0042】

第6の実施の形態では、第2の実施の形態と同様に、電極18と19間に基板と平行な方向に電界が印加されることにより、液晶の螺旋ピッチが変化する。その結果、第5の実施の形態と同様に、特定波長域の光のみ全て選択反射する。また、入射白色光から直接選択反射される光の光路と、ミラー13、14を介して選択反射され出射する光の光路は、ほぼ重なる。

【0043】

尚、第2の実施の形態と同様に、パターニングされた電極18、19は互いに歯を入れ子にした櫛歯状に形成することにより電界の強度を増すことができる。また、図では電極は入射光と反射光の光路を妨げないように光路中には存在しないが、電極の一部が光路中に存在しても構わない。更に、パターニングされた電極を有する透明基板を入射光側としたが、ミラー側としても構わない。

【0044】

これまで説明してきた実施の形態では、透明基板12側に2つのミラー13、14を配置することにより、選択波長の右及び左円偏光を共に反射光として出力しているが、ミラー13、14を2枚のミラーとせず、ミラー13とミラー14を接続した断面形状がL字型の一枚のミラーで構成することができる。L字型の間の角度は、設計条件に合わせて設定される。

【0045】

また、ミラー13を省略してミラー14のみが配置された構成にすれば、図2(b)および図2(e)に示されているように選択波長の一方の円偏光の光を反射光として、また選択波長の他方の円偏光の光を透過光として他方の透明基板12側から出力することができる。

【0046】

図8は、本発明の第7の実施の形態を示す液晶光変調素子の断面図である。本実施の形態では、透明電極16、17が形成された一对の透明基板11、12間に螺旋ピッチを有する液晶15が保持される。また、透明基板12側には、透明基板11側から入射した入射白色光の内、屈折して透過する光を全て透過光に平行で逆向きに反射するように反射面の片方を向け、且つ、この反射面で反射され

液晶層に再び入射し選択反射される光を全て選択反射された光と平行で逆向きに反射するように反射面のもう一方を向けた断面形状を鋸歯状としたミラー 31 が設けられる。

【0047】

透明基板 11 と 12 の屈折率が同じで入射側とミラー側の媒質の屈折率が同じであり、かつ、白色光の入射角が基板表面の法線方向から θ の角度に設定されている場合、ミラー 31 の各面は基板表面の法線方向から $90^\circ - \theta$ の角度で配置される。本実施の形態においても、透明基板 11 側から入射された白色光は、前述の動作により、素子内で、特定波長域の光のみ選択的に反射され特定波長域の光以外の光は光源側に戻される。

【0048】

図 9 は、本発明の第 8 の実施の形態を示す液晶光変調素子の断面図である。本実施の形態は、第 7 の実施の形態における透明電極 16, 17 の代わりに、パターンニングされた電極 18, 19 を透明基板 11 側に設けている点を除いて、第 7 の実施の形態と同様の構成となっている。

【0049】

第 8 の実施の形態では、電極 18 と 19 間に基板と平行な方向に電界が印加されることにより、液晶の螺旋ピッチが変化する。その結果、第 2 の実施の形態と同様に、特定波長域の光のみ全て選択反射する。

【0050】

尚、第 2 の実施の形態と同様に、パターンニングされた電極 18, 19 は互いに歯を入れ子にした櫛歯状に形成することにより電界の強度を増すことができる。また、図では、電極は入射光と反射光の光路を妨げないように光路中には存在しないが、電極の一部が光路中に存在しても構わない。更に、パターンニングされた電極を有する透明基板を入射光側としたが、ミラー側としても構わない。

【0051】

図 10 は、本発明の第 9 の実施の形態を示しており、液晶光変調素子の一部を斜視図として示したものである。本実施形態は、前述の第 1、第 3、第 5 および第 7 の各実施の形態における透明電極を、各々パターンニングされた複数の透明電

極 1 6, 1 7としたものである。このパターニングされた電極 1 6, 1 7は、光の入射面群と直交するように長手方向が位置するストライプ状の形状とする。

【 0 0 5 2 】

また、図示されていないが、他方の基板 1 2は、透明基板と図 8 記載の鋸歯状断面形状を有するミラーを一体化したものとして構成することができる。あるいは基板 1 2は、鋸歯状断面形状を有するミラーの表面に透明な膜を平面上に塗布したものをを用いれば、透明基板を用いなくてもよい。

【 0 0 5 3 】

この第 9 の実施の形態では、パターニングされた各電極毎に電界を独立に印加することができるので、電極毎に選択波長域を変えることが可能である。すなわち、選択反射する特定波長を電極毎に変える事が可能であり、また、時間毎に順次走査することも可能である。

【 0 0 5 4 】

図 1 1は、本発明の第 1 0 の実施の形態を示しており、液晶光変調素子の一部を斜視図として示したものである。本実施形態は、前述の第 2、第 4、第 6 および第 8 の各実施の形態における透明電極を、図 1 2に示すような各々パターニングされた複数の電極 1 8, 1 9としたものである。このパターニングされた電極 1 8, 1 9は、光の入射面群と直交するように分割された構造を有し、各構造内では電極 1 8と 1 9間に基板面に平行な方向に電界を印加する形状である。更に、図ではパターニングされた電極を有する透明基板を入射光側としたが、ミラー側としても構わない。

【 0 0 5 5 】

この第 1 0 の実施の形態では、パターニングされた各電極毎に電界が独立に印加されるため、電極毎に選択波長域を変えることが可能である。すなわち、図 1 1に示すように各電極毎に第 1 の実施の形態と同様の動作が可能である。これにより、透過する特定波長を電極毎に変える事が可能であり、時間毎に順次走査することも可能である。

【 0 0 5 6 】

なお、前記の各実施の形態では、透明基板 1 1, 1 2とミラー 1 3, 1 4もし

くは31及び入射光の入射方向の間の媒体の屈折率は等しくしているが、透明基板11、12とミラー13、14もしくは31及び入射光の入射方向の間に両基板より屈折率の低い低屈折率媒体を挿入した構成とすることもできる。低屈折率媒体の使用により屈折により光路が変えられるため素子全体の大きさを小さくすることができる。

【0057】

螺旋ピッチを有する液晶材料としては、カイラルネマチック液晶、もしくは、カイラル材を添加したネマチック液晶の単体もしくは組成物、あるいはカイラルスメクチック液晶の単体もしくは組成物が使用される。また、カイラルスメクチック液晶として、カイラルスメクチックCA相を有する液晶の単体もしくは組成物が使用される。

【0058】

SmC*相（カイラルスメクチックC相）ではフルピッチバンドによる選択反射が発生するため、青の選択反射時に赤の一部の光が選択反射されてしまう。しかし、この実施の形態によれば、SmCA*相（カイラルスメクチックCA相）を使用するために、カイラルネマチック液晶と同様にフルピッチバンドによる選択反射が発生しない。

【0059】

図13は、本発明の光変調素子とシャッター機能を有する液晶表示素子を組み合わせることにより、フィールドシーケンシャル表示を行なう液晶表示装置を構成した概略図を示している。図では、光変調素子として図11に示したパターンニングされた複数の電極を備えたものを用い、液晶表示素子の走査と同期させて各電極に印加する電圧を走査制御することにより、光を無駄にする時間を生じること無くフィールドシーケンシャル表示を行なうことが可能である。光源から光変調素子に入射する光を平行光に近づけるためにコリメートレンズ32等の手段が付与される。

【0060】

また、選択波長の円偏光を同一方向の直線偏光に変換する図4～5記載の四分の一波長板および二分の一波長板を設けることにより、シャッター用液晶表示素

子として、偏光を利用する液晶表示素子を用いることができる。

【0061】

上記の各実施の形態においては、液晶の螺旋軸が基板面に垂直な方向に存在する場合について説明したが、図14のように螺旋軸が基板面に平行な方向に存在する場合においても本発明は有効であり、同様に選択波長近辺での全反射光を含めて選択波長域をBraggの条件にしたがって選択反射できる。

【0062】

更に、本発明の素子からミラーを除いて2層、3層と積層した構造の外部にミラーを設ける等の方法により、光源側に光を戻さずに効率よく光を取り出すことも可能である。この場合、光路の工夫により、入射面と平行な方向に各色を分けることも可能である。

【0063】

【実施例】

以下、本発明の実施例について説明する。

【0064】

実施例1

ガラス基板上に、透明電極を酸化インジウム錫（ITO）を用いスパッタ法で形成し、図12に示すような櫛歯状にパターンニングした。この基板と他のガラス基板上に配向膜を塗布し、それぞれラビングによる水平配向処理を施した。この一对の基板を約 $10\mu\text{m}$ 径の球状スペーサによって間隔を $10\mu\text{m}$ に調整して対向配置した。この基板間には、誘電異方性が正のネマチック液晶を充填した。この液晶の平均屈折率 n は1.51であり、螺旋のねじれが左巻きで螺旋のピッチ p が 540nm とした。一方の透明基板の外部に鋸歯状のミラーを設けた。尚、ミラー面同士の角度は、 90° とした。

【0065】

本実施例では、特定波長域の光がロスがほとんど無く効率よく反射された。電界を印加することにより選択反射光の波長域を切り替えることが可能であった。

【0066】

実施例2

2枚のガラス基板上に、透明電極を酸化インジウム錫（ITO）を用いスパッタ法で形成し、図10に示すようなストライプ状にパターンニングした。この両基板の透明電極上に配向膜を塗布し、それぞれラビングにより約60度のプレチルト角を発生させた。この一对の基板を約10 μ m径の球状スペーサによって間隔を10 μ mに調整して対向配置した。この基板間には、SmC*相の液晶を注入した。この液晶の平均屈折率 n は1.53であり、螺旋のねじれが右巻きで螺旋のピッチ p が532nmとした。一方の透明基板の外部に鋸歯状のミラーを設けた。尚、ミラー面同士の角度は、90度とした。

【0067】

本実施例でも電界を印加することにより選択反射光の波長域を切り替えることが可能であった。特に、実施例1より高速に切り替えることが可能であった。但し、青を選択した場合にフルピッチバンドによる反射が赤の波長域の一部で発生した。特に、380nmから400nmの波長域も反射するようにした時、760nmから800nmの領域にフルピッチバンドによる選択反射が発生した。そこで、青の波長域は400nm程度までとした。

【0068】

実施例3

ガラス基板上に、透明電極を酸化インジウム錫（ITO）を用いスパッタ法で形成し、図11のような櫛歯状にパターンニングした。この基板と他のガラス基板上に垂直配向膜を塗布し、配向膜の作用によって垂直に立った配向（約90度のプレチルト角）が得られるようにした。この一对の基板を約10 μ m径の球状スペーサによって間隔を10 μ mに調整して対向配置した。この基板間には、SmCA*相である反強誘電性液晶を充填した。この液晶の平均屈折率 n は1.51であり、螺旋のねじれが左巻きで螺旋のピッチ p が540nmとした。

【0069】

この素子の外部に互いに90度の角度をなし、基板と45度の角度を成し、且つ、光路を妨げないように2枚のミラーを配置した。更に、図13に示すように、四分の一波長板21と二分の一波長板23を、第6の実施形態を構成するように配置した。また光源の素子と反対側にミラーを設け、素子側にはコリメートレ

ンズ 32 を設けた。この光変調素子の出射光を TN 液晶を使用した液晶表示素子に入射した。液晶表示素子は、走査線群及び信号線群を有し走査線ドライバと信号線ドライバが接続される。液晶表示素子の走査線の走査と光変調素子を同期させて順次走査した。

【0070】

本実施例では、光源光のロスがほとんどなく出力光として得ることができた。また、順次走査で効率的な表示が行なえた。更に、光変調素子と液晶表示装置間には偏光子が必要なく、偏光子による光のロスが無かった。また、実施例 2 と異なり、SmCA* 相ではフルピッチバンドが発生しないため全波長域が使用できた。

【0071】

【発明の効果】

本発明は、偏光板やカラーフィルタを用いずに、選択反射する螺旋構造の液晶とミラーを使用しているので、光のロスが少なく、白色光から特定波長域の光を取り出すことができる。

【0072】

また、液晶の動作モードに合わせた電極構造を使用し、三つの単位素子を角度を持たせて配置しているため液晶は on/off の動作だけで良いので、液晶の動作モードに関わらず動作することが可能である。

【0073】

また、液晶表示素子の順次走査方向に合わせて電極を形成しているので、液晶表示素子に同期して順次走査することが可能である。

【0074】

さらに、光路が重ならないように各円偏光を出射した後、四分の一波長板と二分の一波長板で偏光を変換することにより、特定波長域の光を全て同じ方向の直線偏光として取り出すことができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の第 1 の実施の形態の構成を示す光変調素子の断面図である。

【図 2】

本発明の動作を説明する図である。

【図 3】

本発明の第 2 の実施の形態の構成を示す光変調素子の断面図である。

【図 4】

本発明の第 3 の実施の形態の構成を示す光変調素子の断面図である。

【図 5】

本発明の第 4 の実施の形態の構成を示す光変調素子の断面図である。

【図 6】

本発明の第 5 の実施の形態の構成を示す光変調素子の断面図である。

【図 7】

本発明の第 6 の実施の形態の構成を示す光変調素子の断面図である。

【図 8】

本発明の第 7 の実施の形態の構成を示す光変調素子の断面図である。

【図 9】

本発明の第 8 の実施の形態の構成を示す光変調素子の断面図である。

【図 10】

本発明の第 9 の実施の形態の構成の一部を示す光変調素子の斜視図である。

【図 11】

本発明の第 10 の実施の形態の構成の一部を示す光変調素子の斜視図である。

【図 12】

本発明の実施例における櫛歯状電極を示す図である。

【図 13】

本発明の実施例における液晶表示装置の斜視図である。

【図 14】

螺旋軸が基板面と平行な方向に存在する場合の本発明の光変調素子の断面図である。

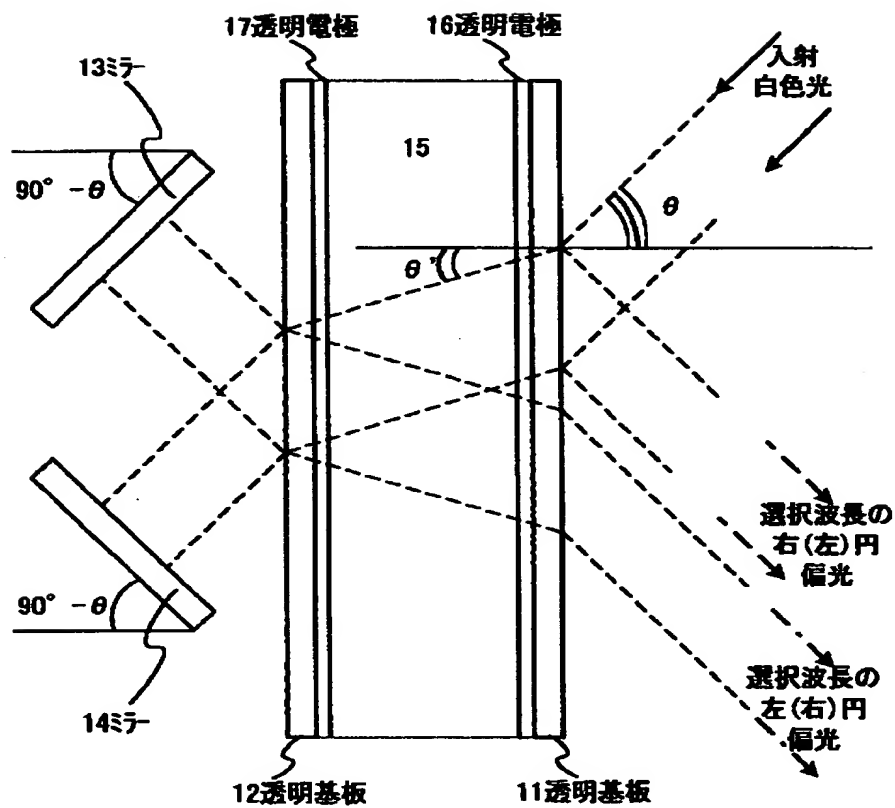
【符号の説明】

11, 12 透明基板

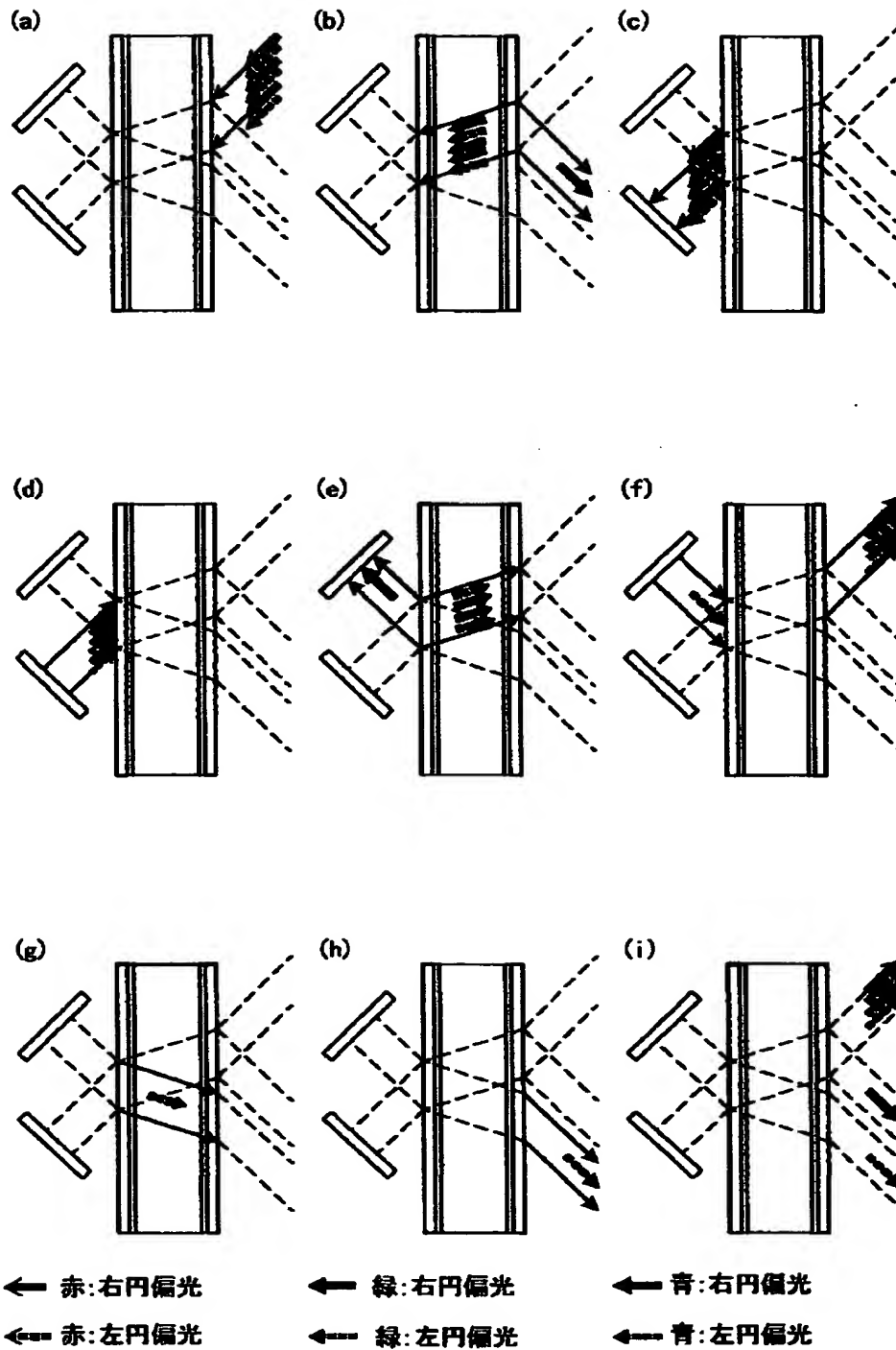
- 13, 14 ミラー
- 15 螺旋構造を有する液晶
- 16, 17 透明電極
- 18, 19 電極
- 21, 22 四分の一波長板
- 23 偏光回転子（二分の一波長板）
- 31 鋸歯状ミラー
- 32 コリメートレンズ

【書類名】 図面

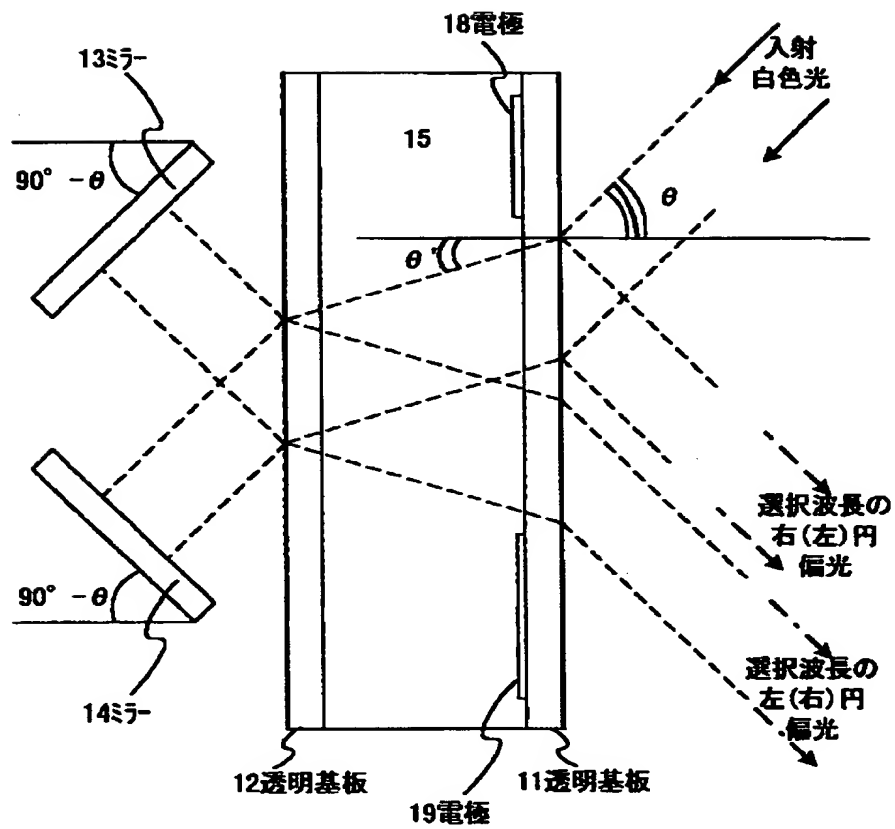
【図 1】



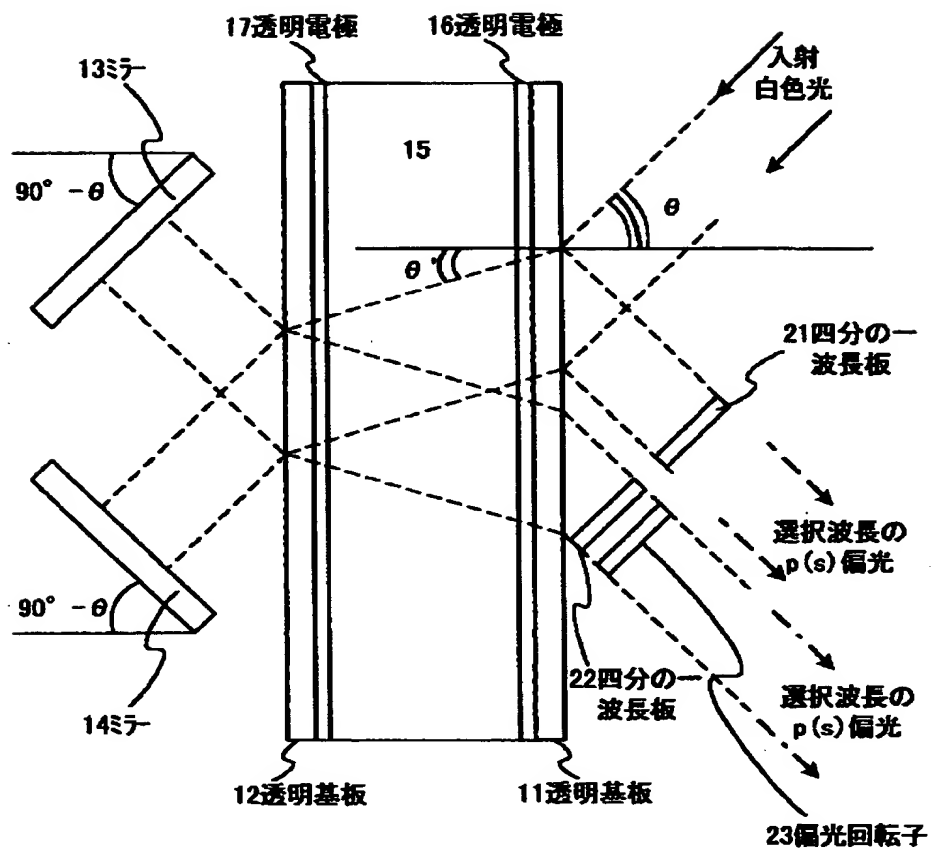
【図 2】



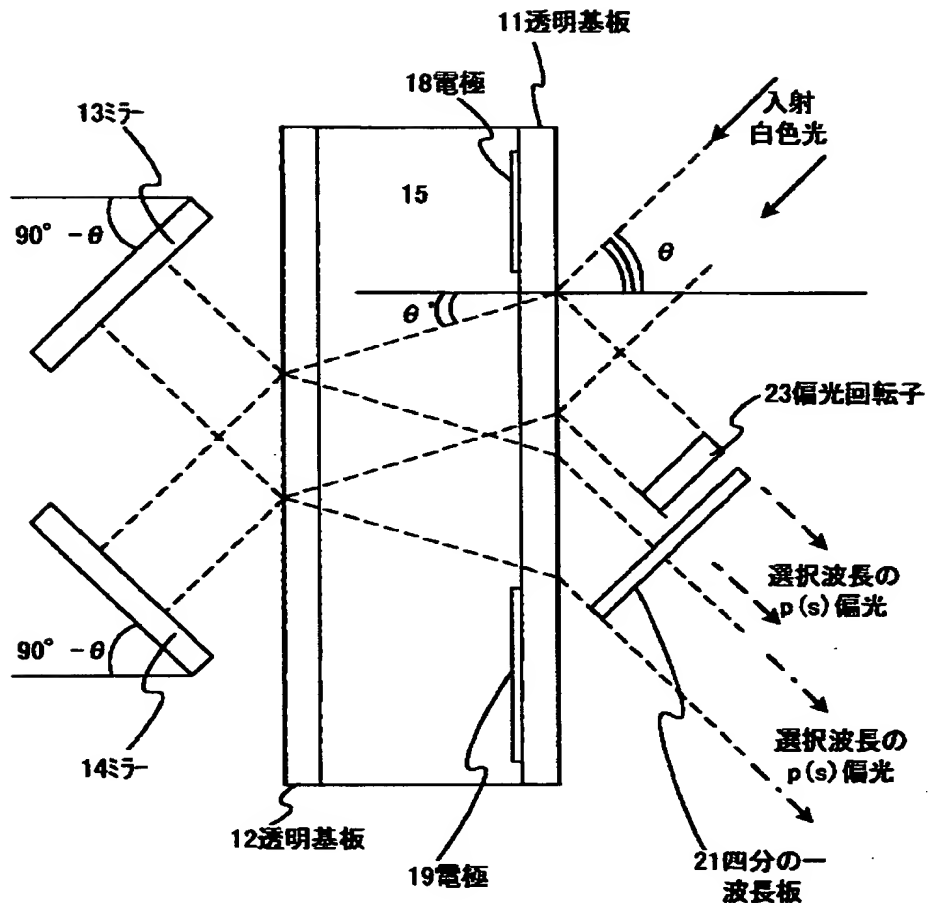
【図 3】



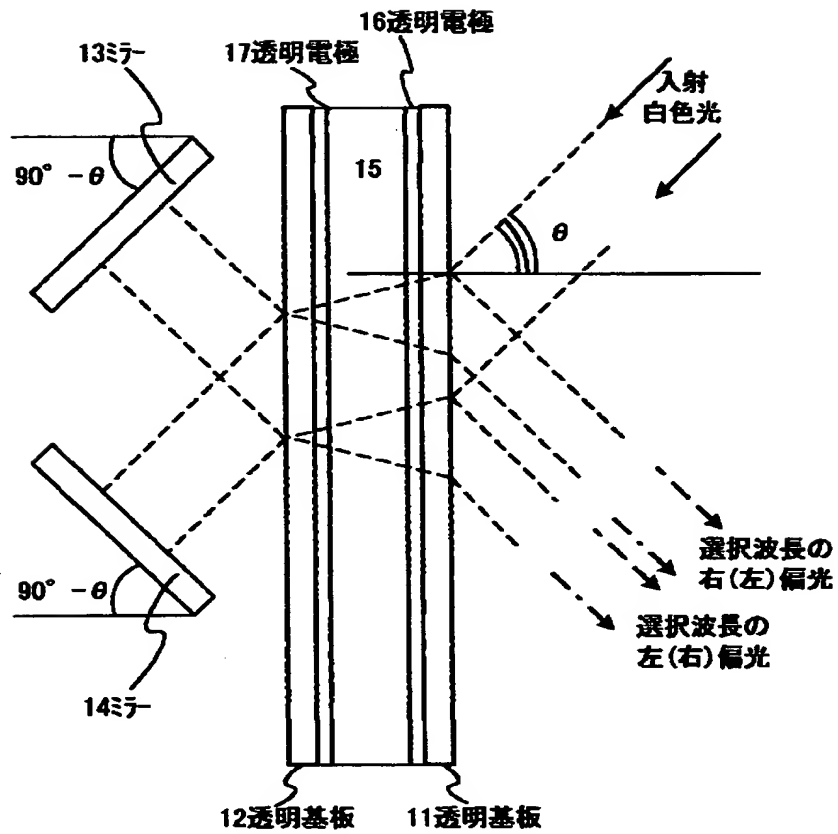
【図 4】



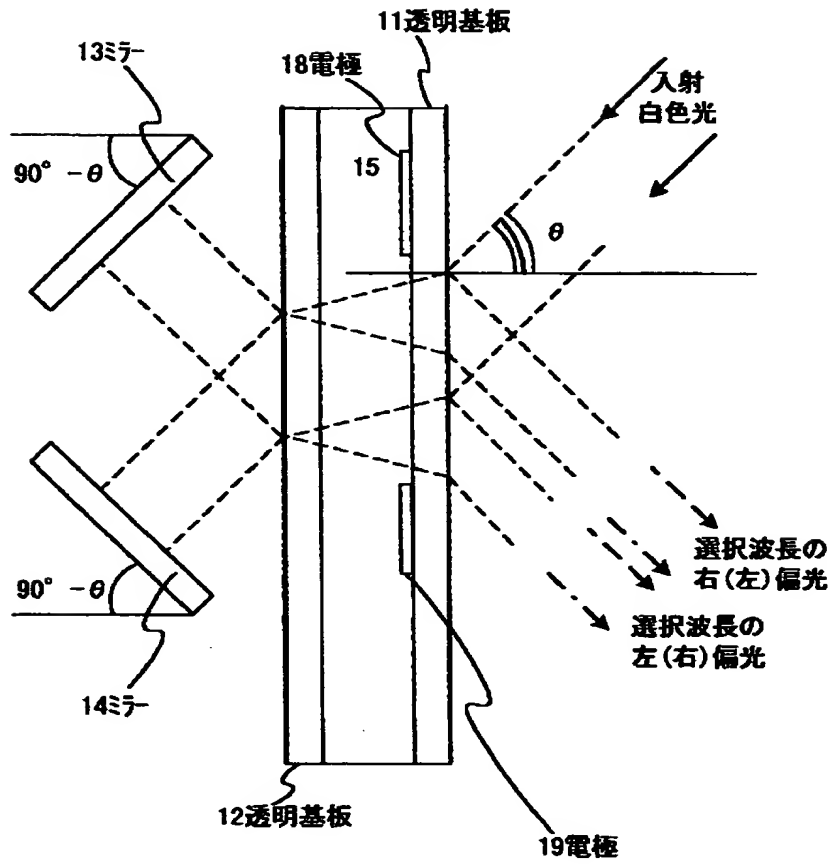
【図 5】



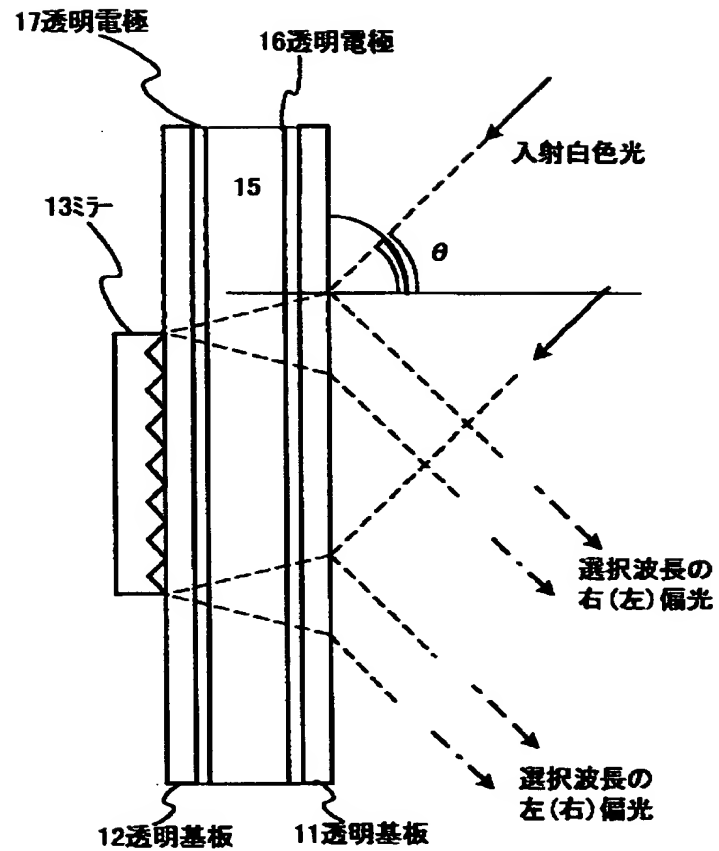
【図 6】



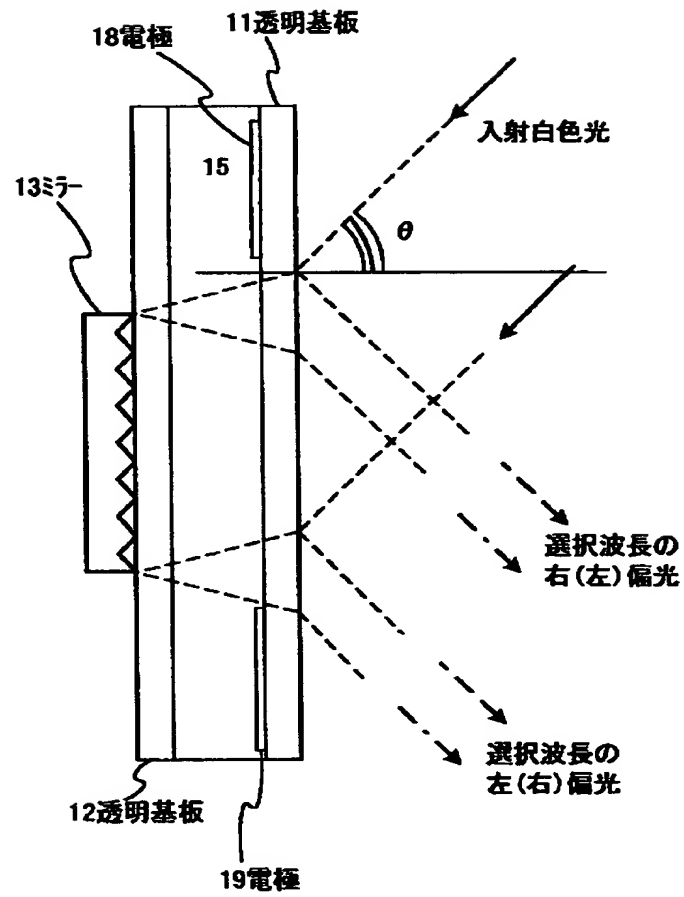
【図 7】



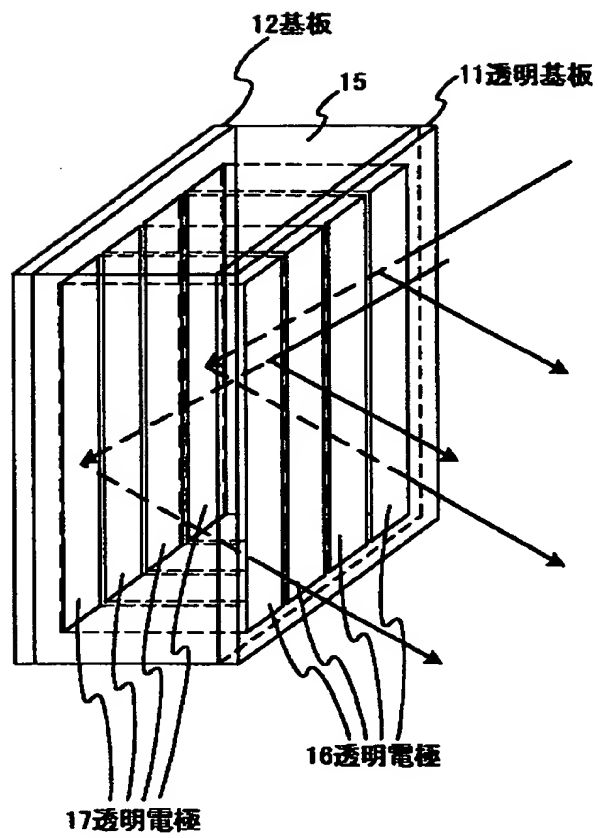
【図 8】



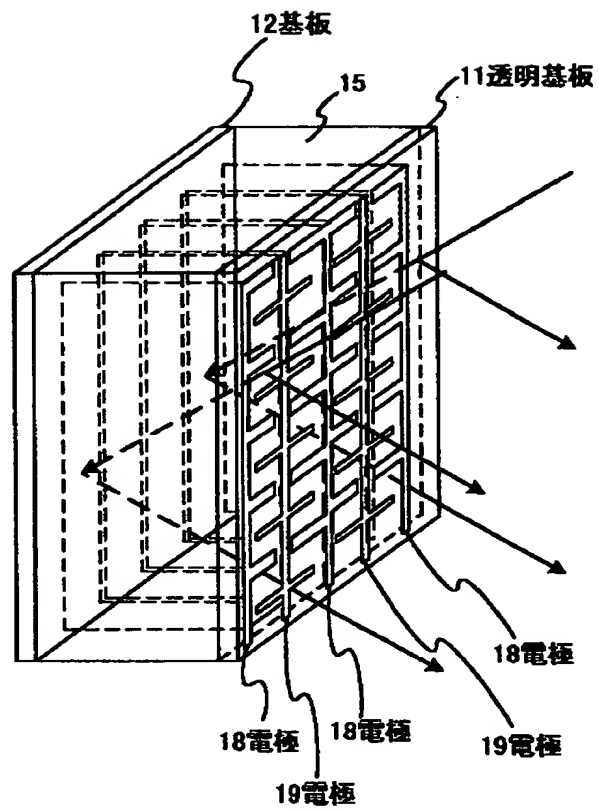
【図9】



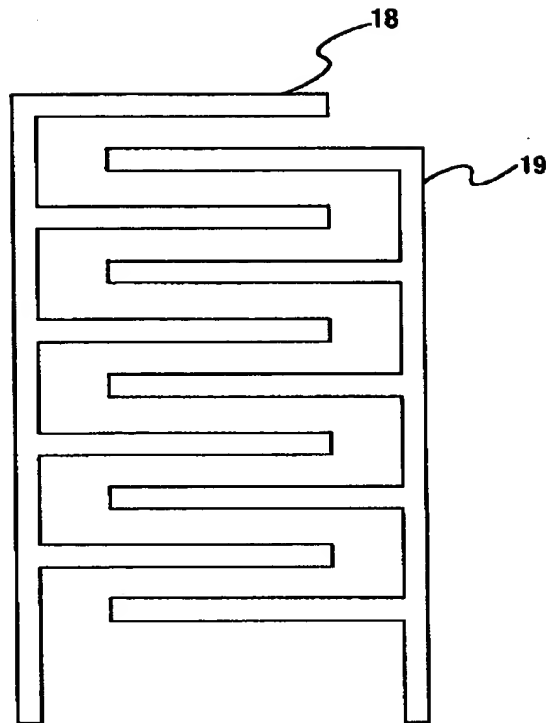
【図 10】



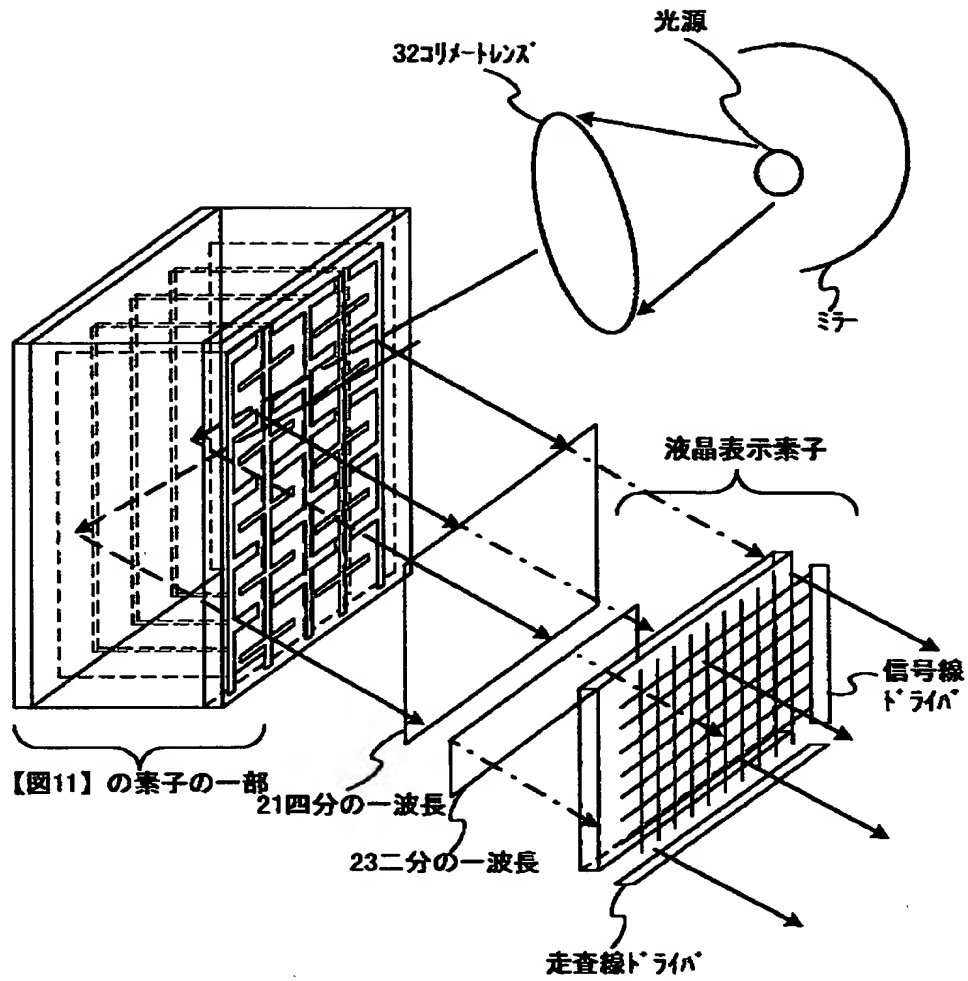
【図 11】



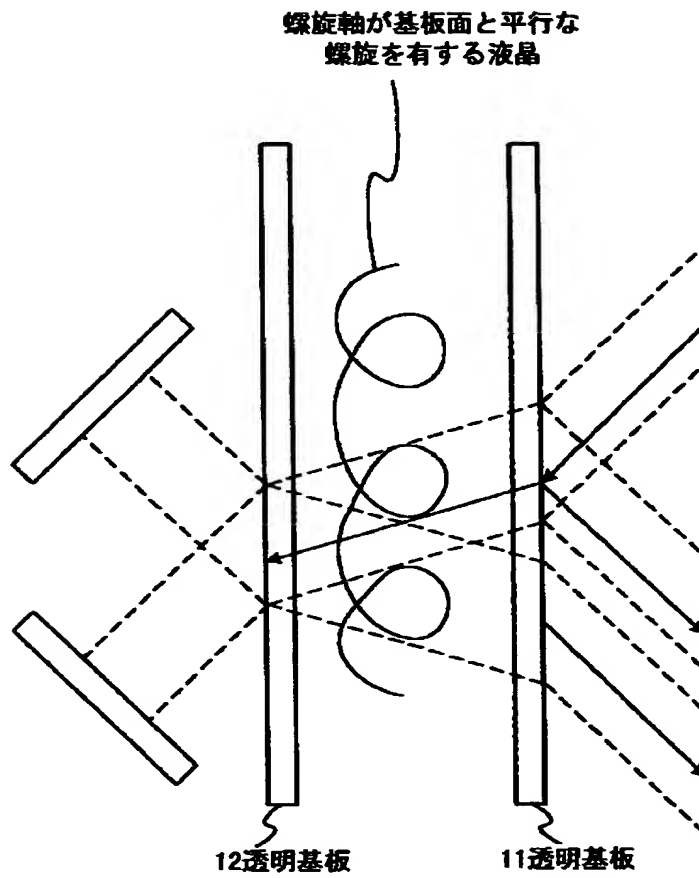
【図 12】



【図 13】



【図 14】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 光のロス無く白色光から選択波長を得ることが可能な光変調素子を構成する。

【解決手段】 透明電極 16, 17 が形成された一対の透明基板 11, 12 間に螺旋ピッチを有する液晶 15 が保持される。角度 θ で入射した白色光の内、液晶内を屈折して透過した光を全て透過光に平行で逆向きに反射するようにミラー 14 を設ける。また、ミラー 14 で反射され液晶層に再び入射し選択反射される光を全て選択反射された光と平行で逆向きに反射するようにミラー 13 を設ける。透明電極 16, 17 により、液晶層 15 に印加する電界を可変にし、液晶 15 の螺旋ピッチを変化させることによって反射選択波長を変化させる。光源から透明基板 11 側に入射された白色光は、透明電極 16, 17 に印加される電圧の大きさにより指定された特定波長域の光のみが選択的に反射され特定波長域の光以外の光は光源側に戻される。

【選択図】 図 1

認定・付加情報

| | |
|---------|--------------------|
| 特許出願の番号 | 平成11年 特許願 第019095号 |
| 受付番号 | 59900067988 |
| 書類名 | 特許願 |
| 担当官 | 伊藤 雅美 2132 |
| 作成日 | 平成11年 7月 2日 |

<認定情報・付加情報>

【特許出願人】

| | |
|----------|---------------|
| 【識別番号】 | 000004237 |
| 【住所又は居所】 | 東京都港区芝五丁目7番1号 |
| 【氏名又は名称】 | 日本電気株式会社 |

【代理人】

申請人

| | |
|----------|--------------------------------------|
| 【識別番号】 | 100105511 |
| 【住所又は居所】 | 東京都港区新橋6-11-8 福森ビル3F 燦 (さん) 特許事務所 |

| | |
|----------|-------|
| 【氏名又は名称】 | 鈴木 康夫 |
|----------|-------|

【代理人】

| | |
|----------|-----------------------------------|
| 【識別番号】 | 100109771 |
| 【住所又は居所】 | 東京都港区新橋6-11-8 福森ビル3F 燦 (さん) 特許事務所 |

| | |
|----------|-------|
| 【氏名又は名称】 | 臼田 保伸 |
|----------|-------|

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000004237]

| | |
|----------|---------------|
| 1. 変更年月日 | 1990年 8月29日 |
| [変更理由] | 新規登録 |
| 住 所 | 東京都港区芝五丁目7番1号 |
| 氏 名 | 日本電気株式会社 |